futuro
Suplemento de ciencias de **Página/12**
Año 18 / Nº 945 28 . 04 . 2007

NACIMIENTO DEL SISTEMA SOLAR

El Imperio del Sol

Desde la época de Kant y Laplace a los actuales astrónomos con sus supertelescopios, el origen del Sistema Solar se mostró siempre como una gran novela de misterio que comenzó hace casi 5000 millones de años cuando el Sol, los planetas (y sus lunas), los asteroides y los cometas eran lo más parecido a la nada misma. Hoy el panorama está un poco más completo, con escenas y capítulos bien definidos: una inmensa nube de gas y polvo que se contrajo por acción de su propio peso, un embrión estelar que de un día a otro se encendió y se convirtió en sol y un desparramo de materiales sobrantes que en el correr de las horas, días, meses y miles de millones de años definirían en conjunto su actual y deslumbrante apariencia.

El imperio...

POR MARIANO RIBAS

Y en el principio, todo era gas, polvo, frío y una profunda oscuridad: hace miles de millones de años, el Sol y su inmensa y variada corte de mundos eran apenas una promesa. Una masa informe de hidrógeno y helio, apenas salpicada por elementos más pesados. Un desprolijo amasijo de materiales crudos, perdido en un rincón de una galaxia, una de las tantísimas que apenas distraen al universo de sus descomunales vacíos. Lentamente, la gravedad fue tomando las riendas de la situación, probablemente ayudada por la onda de choque de alguna supernova cercana. Y así comenzó a forjarse una estrella y, a partir de los restos de su formación, una multitud de incontables cuerpos menores. Durante siglos, el origen del Sistema Solar fue uno de los misterios más grandes y apasionantes de la astronomía. Y si bien es cierto que, a muy grandes rasgos, fue un proceso descripto hace más de dos siglos, sus detalles más finos recién pudieron delinearse durante las últimas décadas, a fuerza de observaciones telescópicas muy precisas, misiones espaciales y complejas simulaciones por computadoras. Más allá de ciertas zonas algo difusas, hoy en día es posible entender los mecanismos que dieron nacimiento al Sol, los planetas (y sus lunas), los asteroides y los cometas. Y por qué son como son y están donde están.

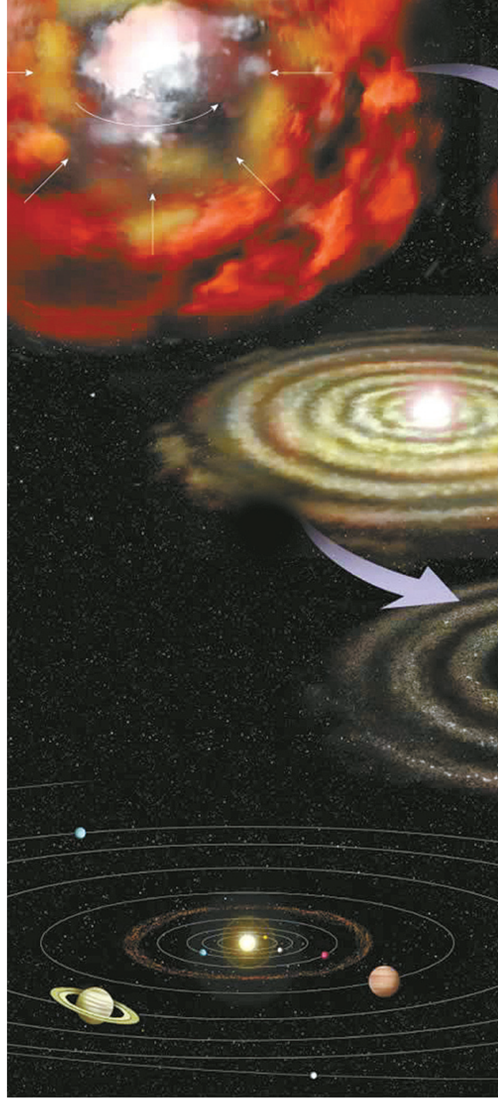
LA HIPOTESIS NEBULAR

En 1755, el mismísimo Immanuel Kant puso las bases para el modelo moderno de la génesis del Sistema Solar. Kant propuso que todo había comenzado a partir de ciertas irregularidades en la distribución de los materiales que flotaban en un universo joven. Irregularidades que, gravedad mediante, fueron originando grumos de gas y polvo cada vez más grandes y masivos, que, de a poco, formaron discos en rotación. Uno de esos discos daría origen al Sol y a sus acompañantes. Más allá de ser esencialmente correcta, la idea de Kant no trascendió demasiado. Cuarenta años mas tarde, en 1796, el francés Pierre Simon de Laplace dio el paso siguiente, cuando presentó una maqueta explicativa más pulida: la ahora famosa "hipótesis nebular". Decía más o menos así: el Sistema Solar nació de una nube de gas y polvo que se fue comprimiendo por su propio peso, girando cada vez más deprisa. En su zona central y acaparando la mayor parte de los materiales, nacería el Sol. Y a su alrededor, distintos anillos de materiales, concéntricos y desprendidos durante el proceso terminarían por consolidarse en planetas y otros cuerpos más chicos.

Lo cierto es que, más allá de su aporte teórico, estas ideas pioneras de Kant y Laplace carecían de las imprescindibles evidencias observacionales: nadie había visto un solo sistema planetario de carne y hueso en plena formación. Para eso, hubo que esperar más de dos siglos.

SISTEMAS EN FORMACION

Durante la década de 1980, los astrónomos comenzaron a cosechar evidencias muy claras que permitieron fortalecer y enriquecer dramáticamente la hipótesis nebular. En 1983, el satélite multinacional IRAS (Infrared Astronomical Satellite) descubrió que algunas estrellas cercanas emitían más luz infrarroja de lo normal. Enseguida comenzaron las especulaciones y casi todas ellas apuntaban en la misma dirección: ese exceso de radiación infrarroja podía explicarse mediante la existencia de enormes (y calientes) anillos de materia alrededor de las estrellas. Al año siguiente, astrónomos del Observatorio de Las Campanas, al norte de Chile, revelaron algo mucho más concreto: una de las estrellas en cuestión, llamada Beta Pictoris, tenía a su alrededor un colosal disco de materia, de 30 veces el diámetro del Sistema Solar. Era muy plano y parecía tener un hueco en el medio. Y si bien no se detectaron planetas en su interior, casi todos los astrónomos interpretaron que lo que se veía alrededor de Beta Pictoris era el embrión de un sistema planetario. Nada menos. Y que el hueco central era un área donde, probablemente, se estaban formando planetas, que crecían a medida que incorporaban todo ese desparramo de escombros cósmicos.



LA HISTORIA OFICIAL DEL VECINDARIO SOLAR COMENZO HACE

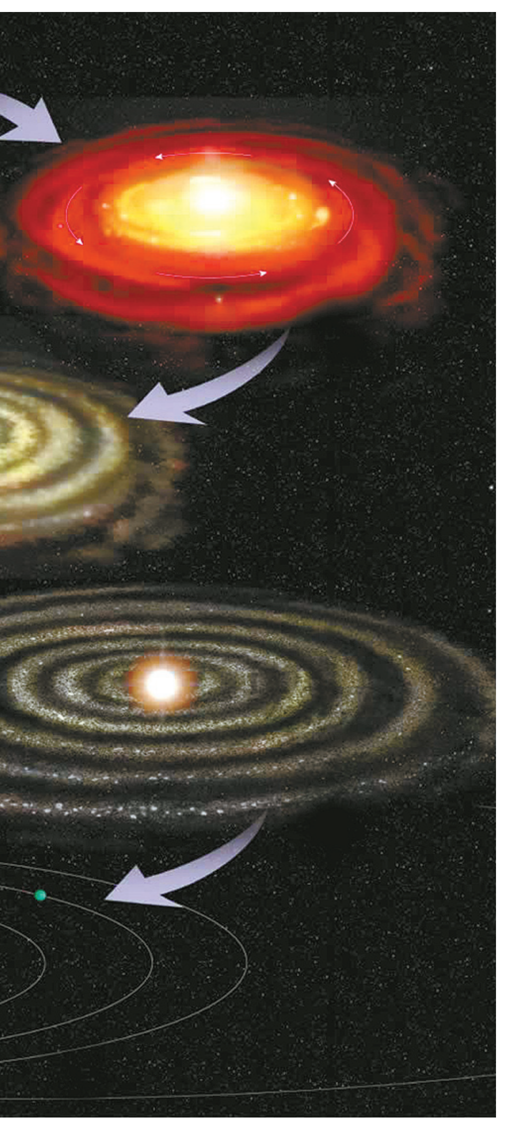
El emblemático caso de Beta Pictoris fue seguido por muchísimos otros hasta nuestros días, incluyendo los "discos protoplanetarios" observados por el Telescopio Espacial Hubble en las entrañas de la famosa Nebulosa de Orión, una colosal fábrica de estrellas a 1500 años luz de aquí. Todas esas observaciones directas, sumadas a nuevos modelos astrofísicos, y simulaciones por computadora permitieron entender cómo nacen los sistemas planetarios. Y cómo nació el nuestro, por supuesto.

PRIMERO, EL SOL...

Todo comenzó hace casi 5000 millones de años. Por entonces, en un rincón de la Vía Láctea, más cerca del borde que del centro, una nube de gas y polvo de cientos de miles de millones de kilómetros de diámetro –como tantas otras que se desparraman en los brazos espiralados de la galaxia– comenzó a contraerse por acción de su propia gravedad. Pero parece que hubo algo más: teniendo en cuenta la relativa abundancia de elementos pesados (léase carbono, oxígeno, nitrógeno, magnesio, hierro y tantos otros), los astrónomos sospechan que aquella masa primigenia fue enriquecida por los elementos químicos lanzados al espacio por una supernova relativamente cercana (la explosión de una estrella enorme que, a lo largo de su vida, fue forjando esos elementos en su núcleo). Supernova que, de paso y mediante ondas de cho-

LA MAQUINA SOLAR

Nuestro Sol es una "máquina gravitatoria" que f
su nacimiento, hace casi cinco mil millones de a
nando perfectamente otros seis mil millones de a
me bola de gas, principalmente hidrógeno, a altí
su funcionamiento está en su núcleo, un gigante
cada segundo, convierte cientos de millones de
mación libera inmensas cantidades de energía:
la vida en la Tierra. Y es justamente la radiación
ta el peso de sus capas más externas. Radiació
zas que mantiene viva nuestra estrella.



5000 MILLONES DE AÑOS CON UNA NUBE DE POLVO Y GAS.

que, ayudó a acelerar la contracción de aquella masa de gas y polvo.

Durante cientos de millones de años, esa nube siguió contrayéndose más y más, tomando lentamente la forma de un disco en veloz rotación. En la zona central de ese disco, y como resultado de la contracción, la presión y la temperatura fueron aumentando sin parar. Hasta que, pasados unos 400 a 500 millones de años, ese núcleo infernal fue tomando una forma más o menos esférica: era el embrión de nuestra estrella, o el "proto-Sol" (como lo llaman los astrónomos). En cierto momento, cuando la temperatura interna de ese embrión estelar superó los 10 millones de grados, el hidrógeno comenzó a fusionarse en helio. Y entonces, sí, se encendió el Sol. Una máquina gravitatoria que funciona a la perfección desde aquel lejano entonces, "quemando" su propio hidrógeno y llenando de luz y calor a todo el Sistema Solar.

... Y LUEGO, LOS PLANETAS

La estrella recién nacida dejó a su alrededor un desparramo de materiales sobrantes. Un colosal disco de restos que se fueron acumulando, y también diferenciando, hasta formar a los planetas y sus lunas, los asteroides y los cometas. Los elementos más pesados y menos volátiles, como el oxígeno, el magnesio o el hierro permanecieron más cerca del Sol. Y formaron granos de polvo que, mediante choques y fusiones, se unieron en piezas sólidas cada vez más grandes. Primero eran simples guijarros de silicatos y metales. Pero luego de algunos millones de años, esa caliente zona, cercana al Sol, ya estaba poblada de millones y millones de pesados cascotes, de cientos de metros, o incluso, kilómetros de diámetro: eran los "planetesimales". Ni más ni menos que los ladrillos que terminarían por construir, finalmente, a Mercurio, Venus, la Tierra (y la Luna) y Marte. Otros materiales pesados quedaron desparramados un poco más lejos, pero nunca llegaron a consolidarse en verdaderos planetas: son los asteroides, reliquias rocoso-metálicas que giran alrededor del Sol entre las órbitas de Marte y Júpiter. Nada es casual: al parecer, fue justamente el poderoso campo gravitatorio de Júpiter el que impidió, mediante continuos tironeos, el ensamblaje de los asteroides en cuerpos más grandes. A propósito de Júpiter: su historia y naturaleza, y la del resto de los planetas gigantes, fueron muy distintas a la de la Tierra y sus vecinos.

unciona sin parar, desde el mismo momento de
ños. Y para nuestra tranquilidad, seguirá funcio-
ños. Como todas las estrellas, el Sol es una enor-
simas temperaturas y presiones. Y el secreto de
esco horno nuclear a 15 millones de grados que,
toneladas de hidrógeno en helio. Esa transfor-
la luz y el calor que permiten, entre otras cosas,
que brota del corazón del Sol la que contrarres-
n versus gravedad: un delicado empate de fuer-

MUNDOS DE GAS

La radiación y el "viento solar" (una corriente de partículas que el Sol emite en todas direcciones) de la joven estrella *soplaron* hacia fuera a los materiales más livianos, esencialmente el hidrógeno y el helio. Y fueron justamente esos gases lo que iban a formar a los planetas externos del Sistema Solar. Sobre este punto los astrónomos no están completamente de acuerdo. Más bien proponen dos modelos diferentes para explicar el origen de Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. El primero dice que estas moles planetarias se gestaron a partir de núcleos sólidos (de polvo y hielo) que fueron atrayendo progresivamente el abundante hidrógeno y helio que había a su alrededor. La otra explicación plantea un proceso más rápido, que prescinde de los núcleos sólidos iniciales, para plantear, directamente, un escenario de veloz contracción de los gases, hasta formar aquellos enormes mundos (que, de todos modos, esconden núcleos sólidos).

Sea como fuere, hay algo que está claro: al igual que los planetas sólidos, los gigantescos planetas gaseosos están donde están y son como son por culpa de la distribución inicial de los materiales en torno del Sol recién nacido. Y, como veremos a continuación, lo mismo ocurrió con los helados munditos aún más lejanos.

PEDAZOS DE HIELO

Más allá de los planetas gigantes y debido a las bajísimas temperaturas (del orden de los -200 C o menos), otros gases *soplados* hacia fuera por el Sol (y sobrantes de su formación) terminaron por congelarse, formando un inmenso desparramo de pequeños cuerpos helados. Allí está el ahora "planeta-enano" Plutón, y cosas que se le parecen, como Quaoar, Varuna, Ixion, Sedna y Eris. Todos más allá de la órbita de Neptuno y formando, junto a otros millones de bolas de hielo, el Cinturón de Kuiper. De allí vienen, justamente, los cometas de "período corto" (aquellos que tardan menos de 200 años en dar una vuelta al Sol), como el Halley, probablemente lanzados hacia el interior del Sistema Solar por interacciones gravitatorias con sus vecinos. Otros cometas (los de período largo) vienen de la "Nube de Oort", una suerte de gigantesca cáscara esférica –formada por miles de millones de pedazotes de hielo– que envuelve todo el reino solar. Y cuya "pared" interna está cientos de veces más lejos que el Cinturón de Kuiper. Hoy en día, esa cáscara de escombros helados, restos vírgenes de aquellos lejanos tiempos de los orígenes, marca el límite formal de nuestro Sistema Solar.

Una masa de gas y polvo que colapsó hace 5000 millones de años, forjando en su centro masivo y caliente una estrella. Y a su alrededor, un tendal de materiales, diferenciados según las distancias, que fueron dando origen a planetas rocoso-metálicos, asteroides, enormes planetas gaseosos y una multitud de pequeñas bolas de hielo. Así nació el Sistema Solar. Así comenzó su historia. Una historia más, entre tantísimas otras historias posibles de estrellas y planetas, que existieron, existen o existirán alguna vez.

LIBROS Y PUBLICACIONES

LA VENGANZA DE LA TIERRA
La teoría de Gaia y el futuro de la humanidad
James Lovelock
Editorial Planeta, 264 págs.



Como ocurre en todo libro, la solapa pegada a la tapa es la entrada al mundo biográfico del autor, una escueta (y a veces inflada) respuesta a las preguntas básicas –quién, qué y de dónde– que despiertan un nombre conocido pero al mismo tiempo extraño. En *La venganza de la Tierra: la teoría de Gaia y el futuro de la humanidad* de James Lovelock sirve también de eso: "autor de más de doscientos artículos científicos y el padre de la Teoría de Gaia –arremete–. Es miembro de la Royal Society desde 1974. Ha sido calificado como 'uno de los grandes pensadores de nuestra época' (*New Scientist*), 'una de las figuras más influyentes del movimiento ecologista' (*Observer*) o 'uno de los cien intelectuales más importantes del mundo'".

Dato más, dato menos, lo cierto es que Lovelock es el forjador de una de las metáforas más ambiciosas en la historia de la ciencia, tanto que por sus implicancias y connotaciones fue recibida y adoptada con gran júbilo por el movimiento New Age de la década del setenta hasta orillar la categoría de religión. Metáfora de la Tierra viva, la "teoría de Gaia" vio la luz en 1972 y después de un *raid* de más de 30 años de burlas, críticas y despotriques varios aún hoy se la ve con cierta dejadez y sospecha.

Aun así, Lovelock continúa en pie con su campaña propagandística y no descansará hasta ver a su teoría –una hipótesis que imagina al planeta como el ser vivo más grande del Sistema Solar– al mismo nivel de la teoría de la relatividad y la teoría de la evolución. *La venganza de la Tierra* es en este contexto ni más ni menos que una actualización para las nuevas generaciones que, preocupadas por el medio ambiente y estremecidos ante su acuciante destrucción, exploran marcos teóricos e investigaciones interdisciplinarias que buscan una salida.

Como en sus anteriores intervenciones literarias, Lovelock habla como médico planetario cuyo paciente, la Tierra viva, tiene fiebre provocada sin ir muy lejos por una plaga conocida: la especie humana. Legible y claro, *La venganza...* se eleva por encima de los miles de libros (aburridos) sobre el medio ambiente al apelar estratégicamente a un compromiso emotivo y firme para detener de una vez por todas la (auto)aniquilación.

F. K.

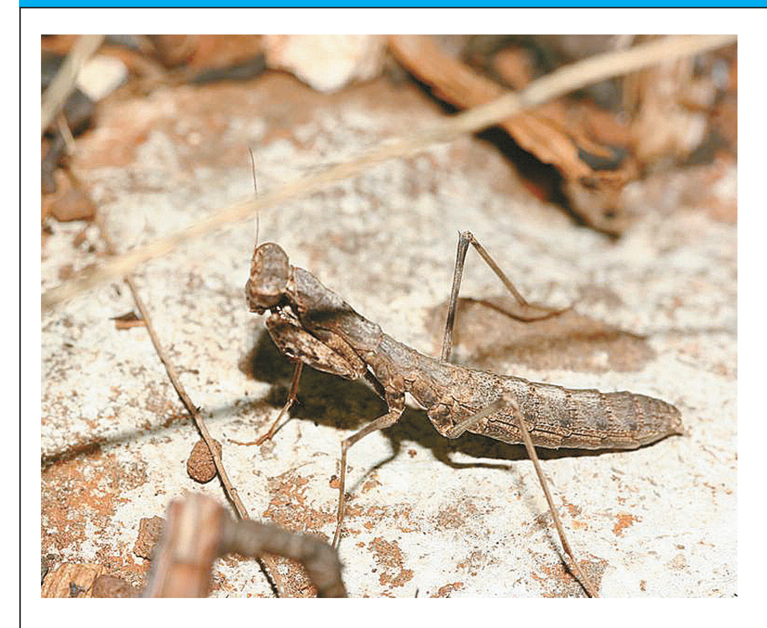
AGENDA CIENTIFICA

LABORATORIO CERO
Se encuentra abierta la inscripción al curso/taller de divulgación científica "Laboratorio Cero" que se desarrolla en el Centro Atómico Constituyentes y consiste en una serie de charlas/debate alternadas con experimentos. Informes: *www.labcero.com.ar - labcero@tandar.cnea.gov.ar*

SEMANA DE LA MATEMATICA
Durante los días 30 de abril, y 2, 3 y 4 de mayo se llevará a cabo la "Semana de la Matemática", organizada por la FCEyN (UBA). Habrá charlas, exposición de posters, juegos, demostraciones y Museo Mate-UBA. Pabellón I de Ciudad Universitaria. Gratis. Informes: *www.fcen.uba.ar/seg-be/semanas*, 4576-3337/3399, int. 47, *semanas@de.fcen.uba.ar*

futuro@pagina12.com.ar

BIOLOGIA: CAMUFLAJE Y MIMETISMO EN EL MUNDO ANIMAL





Grandes maestros del disfraz

POR RAUL A. ALZOGARAY

Los primeros uniformes camuflados, concebidos para disimular a los soldados en el campo de batalla, fueron introducidos en el ejército inglés a mediados del siglo XIX. El camuflaje se extendió luego a los armamentos, los barcos, los aviones y otros materiales bélicos. A partir de la Segunda Guerra Mundial se convirtió en un verdadero arte, cuando los militares lo dejaron en manos de profesionales del diseño y la publicidad.

Como el radar, las plantas transgénicas y tantos otros desarrollos de la ciencia y la tecnología, el camuflaje no es una idea original de la inventiva humana: la naturaleza lo hizo primero.

PARA ENGAÑARTE MEJOR

En el reino animal, el camuflaje suele impedir que algunos individuos sean almorzados (o cenados) por otros. El bicho palo, por ejemplo, tiene el aspecto de una ramita. El bicho hoja, en cambio, presenta la forma y el color de la estructura vegetal que le da nombre. A los ojos de sus cazadores, estos insectos son indistinguibles del paisaje que los rodea.

Otras veces es el cazador quien se encuentra camuflado y entonces le resulta más fácil conseguir su almuerzo (o cena), porque sus víctimas no lo ven y se le acercan, o dejan que él se acerque a ellas, sin sospechar lo que les espera.

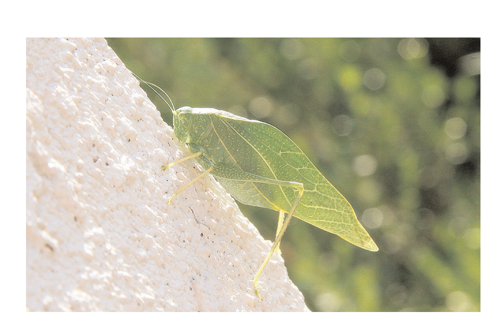
El mimetismo, una forma más sofisticada de disfraz natural, ocurre cuando un animal totalmente inofensivo tiene el aspecto de uno peligroso: moscas que parecen abejas o avispas, mariposas con grandes ojos de lechuza dibujados en las alas, pacíficas serpientes y ranas que presentan los colores de sus parientes venenosos. Gracias a estos disfraces amenazantes, los cazadores se abstienen de molestar a criaturas que en otras circunstancias se transformarían rápidamente en un buen banquete.

El "pulpo mimético" de Indonesia es un simulador nato. Con el cuerpo cubierto de rayas blancas y marrones, adopta posturas y movimientos que le dan la apariencia de una serpiente marina, una gran estrella de mar o distintos peces.

POLILLA GRIS, POLILLA NEGRA

El caso de la polilla del abedul, estudiada inicialmente en los bosques ingleses, ilustra muy bien la forma en que la selección natural favorece a los individuos camuflados. Estas polillas, que durante el día acostumbran descansar sobre los troncos de los árboles, son uno de los platos favoritos de los pájaros de la región.

Aunque las alas de las polillas pueden ser grises o negras, hace doscientos años eran casi todas grises. En aquella época, los árboles estaban cubiertos por líquenes grisáceos. Las polillas negras se destacaban claramente sobre el fondo gris y eran presa fácil de los pájaros. Las grises, en cambio, pasaban inadvertidas y constituían la gran mayoría de la población.



A mediados del siglo XIX, la creciente contaminación industrial mató a los líquenes y el hollín oscureció la superficie desnuda de los árboles. Ahora las polillas grises se destacaban sobre el fondo oscuro. Los pájaros las veían y se las comían, pero dejaron de distinguir a las polillas negras, que en poco tiempo se convirtieron en mayoría.

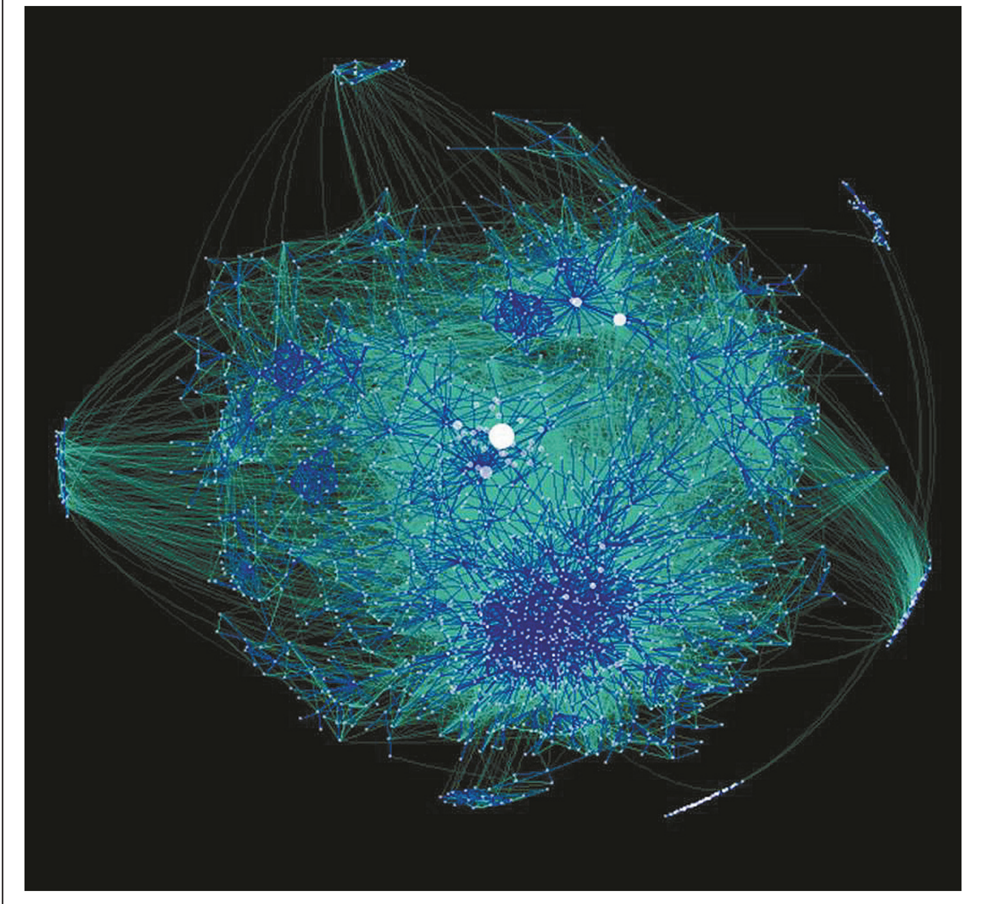
SEGUN LA OCASION

La capacidad de cambiar de color es un atributo que poseen unos pocos animales. Durante el invierno, el pelaje de los armiños de las regiones frías es blanco como la nieve que cubre el suelo, pero al comienzo del verano es reemplazado por un pelo tan marrón como la tierra.

La presencia de pigmentos en la piel les permite a ciertos pulpos y camaleones cambiar de color en forma casi instantánea. Sin embargo, la difundida creencia de que el camaleón lo hace a propósito para que no lo vean es errónea. Sus cambios de color reflejan variaciones en la temperatura corporal o estados de ánimo (furia o susto durante una pelea). A veces, el color de un camaleón coincide con el del medio que lo rodea, pero es una casualidad.

Surgidos como resultado de diversas interacciones biológicas, el camuflaje y el mimetismo son dos de los muchos caminos que originaron la enorme variedad de seres que habitan nuestro planeta.

LA IMAGEN DE LA SEMANA



No se lo entenderá mucho, sin embargo, se completó y ahí está: un reluciente mapa de la blogosfera, desarrollado por el especialista en medios Matthew Hurst de Neilsen Buzzmetrics, que hace visible cada uno de los 60 millones de blogs existentes o lo que es lo mismo, cuadernos íntimos que se suben a Internet para develar intimidades y pensamientos, exhibir fotografías comprometedoras o para rayar en la más absoluta trivialidad en un sistema que más allá de ser un medio de comunicación carnívoro –se nutre del factor audiovisual de la televisión, la veta textual de la gráfica y la interactividad del aquí y ahora– se vuelve día a día una vidriera para mostrar la intimidad y marcar acto de presencia. Considerada una de las redes sociales de mayor explosión, se estima que la blogosfera es alimentada por unos 175 mil comentarios diarios. La mayoría de los blogs, sin embargo, permanecen ahí, abandonados. En el mapa, los puntos blancos representan blogs individuales medidos de acuerdo con su número de links (dos de los más populares son *www.dailykos.com* y *www.boingboing.net*); las líneas verdes implican vínculos (o links) en una dirección y las líneas azules indican vínculos recíprocos. En realidad, mucho no importa: la imagen habla por sí sola y lo que dice deslumbra.